1. Sistemas de numeración

Definición

Un sistema de numeración é un conxunto de símbolos e regras que permiten representar e expresar datos numéricos.

De forma xenérica, un sistema de numeración pode representarse como:

$$N = (S,R)$$

Onde:

- N: é o sistema de numeración considerado, por exemplo o sistema decimal, o binario, hexadecimal, etc.
- S: é o conxunto de símbolos permitidos no sistema. No caso do sistema decimal son {0, 1, …,9}
- R: son as regras que nos indican que números e que operacións son válidos no sistema e cales non.

As regras asociadas son diferentes para cada sistema de numeración considerado, pero hai unha regra común a todos eles que é que para construír números válidos nun sistema de numeración determinado só se poden utilizar os símbolos permitidos nese sistema.

A forma de poder especificar en que sistema de numeración se representa unha cantidade, engádese coma subíndice á dereita o número de símbolos que se poden representar no devandito sistema.

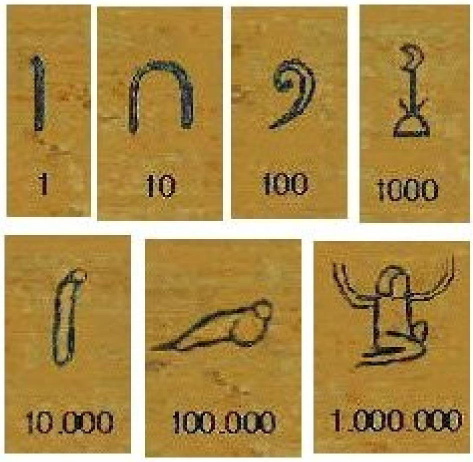
1.1.1 Clasificación

Os sistemas de numeración poden clasificarse en dous grandes grupos:

- Sistemas non posicionais: os díxitos teñen o valor do símbolo utilizado, que non depende da posición que ocupan no número.

  Un exemplo de este tipo de sistemas é o sistema de numeración exipcio. É un dos sistemas de numeración máis antigos no que os números eran representados con diversos ideogramas. Neste sistema de numeración existen 7 representacións coas cales se constrúen todos os valores numéricos necesarios e facendo uso da repetición de cada representación. A orde na que se representan estes ideogramas non importa. É un sistema de base decimal xa que cre que se baseaba nos dez dedos das dúas mans.

Na seguinte imaxe pode verse os signos xeroglíficos usados para representar as diferentes potencias de dez:



- **Sistemas posicionais ou ponderados: o valor dun díxito depende tanto do símbolo utilizado, como da posición que ese símbolo ocupa no número. Dentro destes sistemas nos atopamos co sistema decimal.**

1.1.2 Sistemas de numeración posicionais

Nos sistemas posicionais hai que diferenciar as seguintes dúas propiedades que posúe unha cifra:

- **Valor absoluto**: é o valor intrínseco da propia cifra.

  Por exemplo, o díxito 7 ten como valor absoluto o valor 7, independentemente de onde se atope este 7 dentro do número.

- **Valor relativo ou posicional**: é o valor que ten un díxito en base á posición que ocupa no número.

  Por exemplo, se o 7 se atopa á esquerda doutra cifra, entón o seu valor relativo é 70, como no caso do número 75, aquí o 7 ten como valor absoluto o valor 7 pero por outra banda, como valor relativo ten o valor 70.

É por isto, que nos sistemas de numeración posicional cada díxito posúe un valor que depende da súa posición relativa, desta forma coma no exemplo anterior, o díxito 7 toma distintos valores en función da posición que ocupe, canto máis a esquerda do número estea o díxito este terá un valor máis alto. Así, os seguintes números non teñen o mesmo valor xa que o 7 atópase en distintas posicións dentro do número:

7 70 700 7000

A base

O concepto de base nun sistema de numeración posicional é moi importante xa que indica o número de símbolos que se permiten no sistema de numeración en cuestión. Se un sistema de numeración posicional ten base *b* significa que dispoñemos de *b* símbolos diferentes para escribir os números.

Un exemplo de numeración posicional é o extensamente usado sistema decimal, que ten base 10, isto significa que necesita 10 díxitos diferentes. Cada un destes díxitos está constituído dun símbolo ou grafema cuxo valor en orde crecente é:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Os sistemas de numeración cunha base menor que o sistema decimal usarán, dentro dos mesmos díxitos do sistema decimal, só os de menor valor. Por outra banda, os números escritos en bases maiores a 10 utilizarán letras, sendo a orde crecente como segue:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E …

A continuación podemos observar unha táboa onde se ven distintos sistemas de numeración xunto coa base que utiliza e os díxitos permitidos para construír os números:

Sist. Numeración Posicional	Base	Díxitos
Binario	2	0, 1
Ternario	3	0, 1, 2
Cuaternario	4	0, 1, 2, 3
Quinario	5	0, 1, 2, 3, 4
Senario	6	0, 1, 2, 3, 4, 5
Septario o heptal	7	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6
Octal	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Nonario	9	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Decimal	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Undecimal	11	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A
Duodecimal	12	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B
Sist. Base 13	13	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C
Sist. Base 14	14	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D
Sist. Base 15	15	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E
Hexadecimal	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
…	…	…

Para distinguir a qué base pertence un número, a notación matemática da base pon ao final do número un subíndice co número da base correspondente.

Un exemplo do uso desta notación pode verse nos seguintes números expresados en distintas bases, que aínda que aparentemente parecen que teñen o mesmo valor, en realidade ao estar expresados en bases diferentes os seus valores tamén son diferentes:

Base	Número
Octal	1234_8
Decimal	1234_{10}
Hexadecimal	1234_{16}

Teorema fundamental da numeración

Este teorema establece a forma xeral de construír números nun sistema de numeración posicional e ven expresado pola seguinte fórmula:

$$N_b = \sum_{i=-d}^{n-1} X_i * B^i$$

Onde:

- N: é o número válido no sistema de numeración que queremos expresar.
- b: é a base do sistema de numeración elixido.
- X: é un díxito que está presente no número. Correspóndese, por tanto, cun dos símbolos que se permiten no sistema de numeración elixido.
- n: é o número de díxitos da parte enteira do número, é dicir, o número de díxitos que hai á esquerda da coma decimal.
- d: é o número de díxitos da parte decimal do número, é dicir, o número de díxitos que hai á dereita da coma decimal.
- i: representa a posición respecto á coma decimal.

Na fórmula temos un cálculo que acompaña a cada un dos díxitos que se calcula como B^i (leese como B super i).

Podemos dicir que este valor é o peso que se lle asigna á posición que ocupa cada díxito.

Unha observación importante que se pode extraer da fórmula é que a primeira posición que se atopa á esquerda da coma decimal, numérase desde o 0, este incluído, en adiante e de 1 en 1. Cara á dereita da coma decimal a primeira posición numérase desde o -1 e cun incremente de -1.

Así, de forma xenérica, se temos o seguinte número:

$X_4\ X_3\ X_2\ X_1\ X_0\ X_{-1}\ X_{-2}\ X_{-3}\ X_{-4}$ en base B

Representaríase segundo a fórmula do teorema da seguinte forma:

$$N_b = \sum_{i=-4}^{4} X_i * B^i = ¿$$

$$X_{-4}*B^{-4}+X_{-3}*B^{-3}+X_{-2}*B^{-2}+X_{-1}*B^{-1}+X_0*B^0+X_1*B^1+X_2*B^2+X_3*B^3+X_4*B^4$$

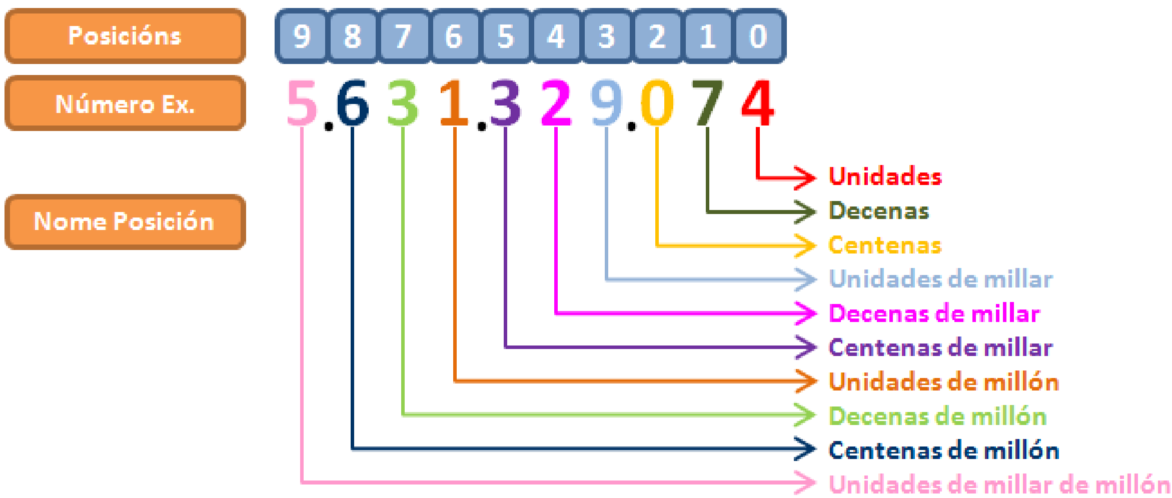
Sistemas de numeración máis empregados

Sistema de numeración en base 10

É máis coñecido como sistema decimal. Como a súa base indica, este sistema ten os seguintes 10 díxitos:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Neste sistema cada posición relativa que ocupa un díxito ten asociado un nome concreto:



Sistema de numeración en base 2

É máis coñecido como sistema binario. É un sistema de numeración no que os números represéntanse utilizando soamente dúas cifras:

0 1

É o sistema de numeración utilizado en ciencias da computación, xa que os ordenadores traballan internamente con dous niveis de voltaxe, polo que o seu sistema de numeración natural é o sistema binario:

- Apagado: 0
- Aceso: 1

A dificultade deste sistema de numeración radica en que ao ter tan poucos díxitos, xera números moi longos o que fai confuso e complexo o seu traballo manual.

No sistema binario, os díxitos teñen un nome característico, bit, que é o acrónimo de ***Bi****nary* ***di****git*, que ven sendo díxito binario.

Sistema de numeración en base 16

E outro dos sistemas de numeración moi empregado en informática e é coñecido como sistema hexadecimal.

Hai dúas vantaxes que fan popular este sistema de numeración:

- Con este sistema de numeración simplifícanse as expresións binarias.
- A nivel informático utilízase o byte como unidade básica de información o cal está composto por 8 bits. Estes 8 bits pódense representar no sistema hexadecimal con só dúas cifras, o que facilita a representacións dos bytes.

A base empregada neste sistema de numeración é a 16 o que nos indica que son 16 díxitos os que compoñen este sistema de numeración. Os 10 primeiros díxitos corresponden co sistema de numeración decimal e engádense outros 6 que se representan coas 6 primeiras letras do alfabeto, co que o conxunto de díxitos é:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Sistema de numeración en base 8

Este sistema de numeración tamén se denomina octal, que en ocasións emprégase en informática en lugar do sistema hexadecimal. A vantaxe principal deste sistema é que non require utilizar outros símbolos diferentes dos numéricos.

Xa que a súa base é 8, son os 8 primeiros díxitos numéricos os díxitos que se poden usar neste sistema de numeración:

0 1 2 3 4 5 6 7

1.1.3 Conversión entre sistemas de numeración

1.1.3.1 Conversión de números enteiros

De calquera base a decimal

Para converter un número expresado en calquera base, distinta da base 10, hai que aplicar a fórmula do teorema fundamental da numeración. Con isto obtemos unha expresión polinómica. Para obter o número correspondente en decimal o único que hai que facer é realizar a operación que ven expresada na operación polinómica e o resultado final será o número xa expresado en decimal.

Vexamos un exemplo. Para elo imaxinemos que queremos transformar o número 54241 expresado en base 6 a base decimal. Os pasos que debemos seguir son os seguintes:

- Transformar o número en base 6 á expresión polinómica do teorema fundamental da numeración.

Numero orixinal	Expresión polinómica
54241_6	$[5*6^4 + 4*6^3 + 2*6^2 + 4*6^1 + 1*6^0]_{10}$

- Realizar os cálculos separados coas sumas.

Expresión polinómica	Cálculos derivados
$[5*6^4 + 4*6^3 + 2*6^2 + 4*6^1 + 1*6^0]_{10}$	$[6480 + 864 + 72 + 24 + 1]_{10}$

- Realizar a suma total.

Cálculos derivados	Resultado final
$[6480 + 864 + 72 + 24 + 1]_{10}$	7441_{10}

Polo tanto:

$$54241_6 = 7441_{10}$$

De decimal a calquera base

A transformación de números expresados no sistema de numeración decimal a números en calquera outra base, realízase mediante a operación da división.

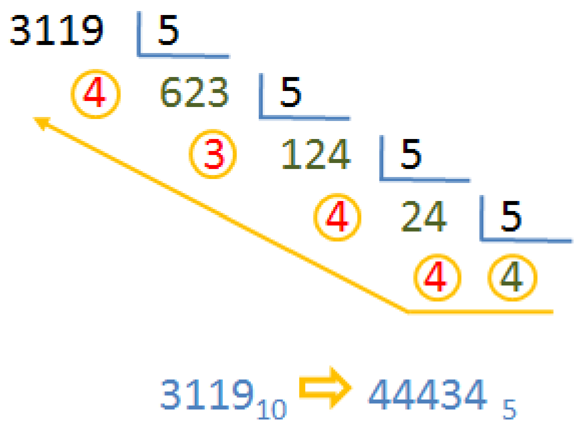
O procedemento consiste en realizar os seguintes pasos:

- Dividir o número dado en decimal, pola base do sistema de numeración ao que se quere converter o número. As división deberá ser enteira.

- O cociente da división dividirase sucesivamente pola mesma base ata que xa non sexa posible dividir máis.

- Para obter o número na nova base haberá que coller o último cociente que nos queda e axuntarlle a continuación cada un dos restos das divisións en orden inverso.

Pódese ver a continuación un exemplo onde se converte o número 3119 expresado en base 5 a decimal.



Conversión xeral entre diferentes bases de numeración

A forma xenérica de transformación de números entre distintas bases de numeración realízase habitualmente mediante á conversión intermedia á base decimal. Isto quere dicir, que o número representado na base orixinal se transforma ao número correspondente en sistema decimal, e este resultado transfórmase desde o sistema decimal ao sistema de numeración de destino.

Se temos que pasar o número 765 en base 6 á base 4 procederíase do seguinte xeito:

- Transfórmase 765 en base 6 ao sistema decimal, co que temos como resultado o número 215_{10} mediante a utilización da fórmula do teorema fundamental da numeración.

- O número 215_{10} transfórmase agora, utilizando o sistema de divisións, ao seu correspondente en base 4, o que dá como resultado 3113_4.

De binario a octal e viceversa

Para realizar esta transformación pódese utilizar o forma xenérica de conversión entre bases ou facendo uso da seguinte táboa de transformación:

Octal	Binario
0	000
1	001
2	010
3	011

4	100
5	101
6	110
7	111

Esta táboa ben significando que cada díxito en octal se representa mediante tres díxitos en binario. Isto débese a que un díxito en octal pode ter un valor entre 0 e 7, isto son 8 valores diferentes. En binario para poder representar 8 valores diferentes necesítanse 3 bits. Isto obtense pola seguinte fórmula:

$$b^d = n$$

Onde:

- b: é a base do sistema de numeración.
- d: número de díxitos empregados no sistema de numeración indicado pola base.
- n: número de valores que se poden representar na base usando os d díxitos.

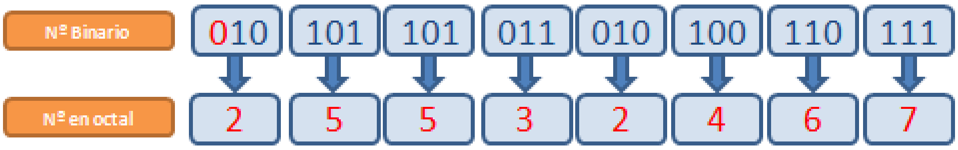
Volvendo ao sistema octal e binario, se queremos representar en base 2 un díxito octal que pode ter 8 valores distintos aplicamos entón a fórmula para saber cantos díxitos binario necesitamos para representar os 8 posibles valores do sistema octal:

$$2^d = 8$$

Se agora calculamos o valor de d, obtemos un 3, que significa que necesitamos 3 díxitos de binario para representar un valor que oscile entre 0 e 7 (8 valores posibles).

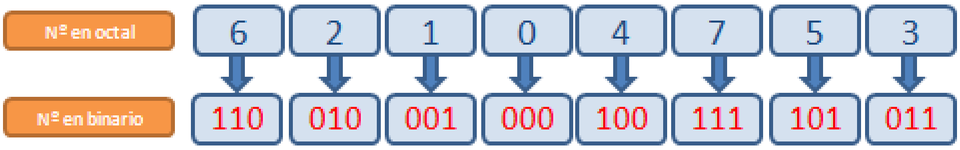
Deste xeito vemos a continuación como facer a conversión de binario a octal e viceversa:

- De binario a octal: o que facemos é ir agrupando os bits do número binario en grupos de 3 en 3 empezando desde a dereita, xa que é o bit menos significativo. Se o último grupo de 3 bits non está completo enchemos se queremos con ceros á esquerda xa que non modifican o valor. Unha vez se teñan os grupos feitos, o único que hai que facer é utilizar a táboa anterior para obter para cada grupo binario o seu correspondente valor en octal.



$10101101011010100110111_2 \Rightarrow 25532467_8$

- De octal a binario: o procedemento é similar. O que hai que facer é transformar de forma independente cada díxito en octal na súa correspondencia en binario, é dicir, substituílo polos 3 díxitos binarios que lle correspondan segundo o seu valor.



$62104753_8 \Rightarrow 110010001000100111101011_2$

De binario a hexadecimal e viceversa

A conversión entre os sistemas de numeración binario e hexadecimal é idéntica á conversión entre binario e octal. A única diferenza é que como táboa de conversión utilízase a seguinte:

Octal	Binario
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

Como se pode apreciar na táboa, neste caso, en binario necesítanse 4 bits para representar cada díxito hexadecimal. Ao igual que vimos na conversión de octal, se queremos representar en base 2 un díxito hexadecimal, o cal pode ter 16 valores distintos, aplicamos a fórmula para saber cantos díxitos binario necesitamos para representar os 16 posibles valores do sistema hexadecimal:

$$2^d = 16$$

Se agora calculamos o valor de d, obtemos un 4, que significa que necesitamos 4 díxitos de binario para representar un valor que oscile entre 0 e 15 (16 valores posibles).

Deste xeito vemos a continuación como facer a conversión de binario a hexadecimal e viceversa. Como se poderá comprobar é moi similar á vista entre binario e octal.

- De binario a hexadecimal: o que facemos é ir agrupando os bits do número binario en grupos de 4 en 4 empezando desde a dereita, xa que é o bit menos significativo. Se o último grupo de 4 bits non está completo enchemos se queremos con ceros á esquerda xa que non modifican o valor. Unha vez se teñan os grupos feitos, o único que hai que facer é utilizar a táboa anterior para obter para cada grupo binario o seu correspondente valor en hexadecimal.

Nº Binario	0010	1001	0101	1011	0010	1010	1110	0111
Nº en hexadecimal	2	9	5	B	2	A	E	7

$101001010110110010101011100111_2 \Rightarrow 295B2AE7_{16}$

- De hexadecimal a binario: o procedemento é similar. O que hai que facer é transformar de forma independente cada díxito en hexadecimal na súa correspondencia en binario, é dicir, substituílo polos 4 díxitos binarios que lle correspondan segundo o seu valor.

Nº en hexadecimal	C	4	6	0	1	F	5	3
Nº en binario	1100	0100	0110	0000	0001	1111	0101	0011

$C4601F53_{16} \Rightarrow 11000100011000000001111101010011_2$

No seguinte enlace podes obter un pdf coas táboas de conversión entre distintos sistemas de numeración dos números do 1 ao 1118. http://neoparaiso.com/imprimir/conversion-bases/tabla-conversion-de-bases.pdf. Utiliza a clave "neoparaiso.com" para abrir o pdf.

1.1.3.2 Conversión de parte fraccionaria

No apartado anterior vimos como converter números enteiros entre distintas bases. Agora vamos a ver como facer a conversión cando hai unha parte fraccionaria.

De calquera base a decimal

Neste caso, simplemente hai que facer uso da fórmula do teorema fundamental da numeración. O superíndice que acompaña á base indica a posición do díxito no número desde a coma decimal, así, esta posición na parte fraccionaria empezará en -1 para a cifra que se atopa xusto á dereita da coma decimal. A medida que o díxito estea máis separado da coma decimal irase decrementando este valor en 1.

Unha representación a través da fórmula dun número en decimal con parte fraccionaria será como se mostra a continuación:

$$0{,}537_{10} = 5*10^{-1}+3*10^{-2}+7*10^{-2}$$

De decimal a calquera base

A transformación da parte fraccionaria dun número en decimal a calquera outro sistema de numeración x realízase coa operación do produto. O procedemento a seguir é o seguinte:

- Cóllese a parte fraccionaria e multiplícase pola base.
- Do resultado, sepárase a parte enteira da fraccionaria.
- A parte enteira vaise colocando como díxito a continuación da coma decimal do número no sistema de numeración x.
- Se a parte fraccionaria é cero remátase coa transformación.
- Se a parte fraccionaria non é cero volve a multiplicarse pola base. Repítese o procedemento sucesivamente. Se chega un momento no que o procedemento volve a dar como resultado unha das partes fraccionarias xa calculadas entón a obtención de díxitos volverase cíclica co que se pode deter o procedemento.

A continuación vemos un exemplo de transformación dunha parte fraccionaria expresada en decimal a binario. Neste caso, chega un momento en que a parte fraccionaria dá cero, co cal rematamos o procedemento de transformación.

$$
\begin{aligned}
0{,}125 \times 2 &= 0{,}25 \Rightarrow 0\\
0{,}25 \times 2 &= 0{,}5 \Rightarrow 0\\
0{,}5 \times 2 &= 1{,}00 \Rightarrow 1
\end{aligned}
\qquad 0{,}125_{10} = 0{,}001_2
$$

Parte fraccionaria = 0 ⇨ Remata o procedemento

Neste outro exemplo vemos que chega un momento en que obtemos como parte fraccionaria de novo un valor xa calculado anteriormente, polo tanto chegamos a unha situación cíclica, co que tamén se detén o procedemento de transformación neste momento.

$$
\begin{aligned}
0{,}3 \times 2 &= 0{,}6 \Rightarrow 0\\
0{,}6 \times 2 &= 1{,}2 \Rightarrow 1\\
0{,}2 \times 2 &= 0{,}4 \Rightarrow 0\\
0{,}4 \times 2 &= 0{,}8 \Rightarrow 0\\
0{,}8 \times 2 &= 1{,}6 \Rightarrow 1\\
0{,}6 \times 2 &=
\end{aligned}
\qquad 0{,}3_{10} = 0{,}0\overline{1001}_2
$$

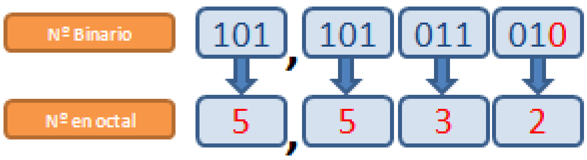
Parte fraccionaria cíclica ⇨ Remata o procedemento

Conversión xeral entre diferentes bases de numeración

Faríase do mesmo xeito que no caso de números enteiros.

De binario a octal e viceversa

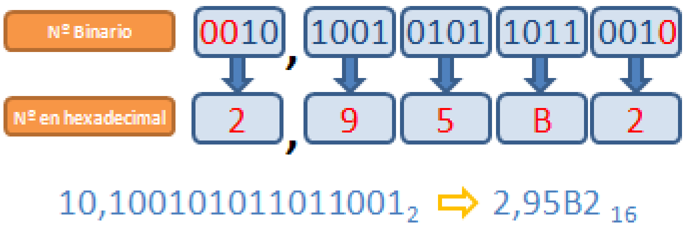
Seguiríase o mesmo procedemento que o xa visto, pero facendo os grupos de 3 en 3 bits empezando a agrupar polo primeiro bit á dereita da coma.



$101{,}10101101_2 \Rightarrow 5{,}532_8$

De binario a hexadecimal e viceversa

Ao igual que no caso anterior, seguiríase o mesmo procedemento que o xa visto, pero facendo os grupos de 4 en 4 bits empezando a agrupar polo primeiro bit á dereita da coma.



1.1.4 Convenios de representación

1.1.4.1 Complemento a 1

Entrar en el siguiente enlace y leerlo:

[OBLIGADA LECTURA]

Otras explicaciones más liosas:

Wikipedia:

> ***Un sistema de complemento a uno (o el complemento aritmético de uno) es un sistema donde los números negativos están representados por el inverso de las representaciones binarias de sus correspondientes números positivos****.*
>
> *En tal sistema, un número es negado (convertido de positivo a negativo o viceversa) calculando el complemento de los unos.*
>
> *Un sistema de numeración de complementos de n-bit sólo puede representar enteros en el rango* $[-2^{n}-1+1,\ 2^{n}-1-1]$
>
> *mientras que el Complemento a dos puede expresar* $[-2^{n}-1,\ 2^{n}-1-1]$*.*
>
> *...*

A continuación se resume lo más importante del siguiente enlace:

En este sistema de representación (COMPLEMENTO A UNO), los números positivos se expresan igual que en Signo Magnitud o que en Binario Puro.

Sin embargo, para escribir los **números negativos** se utiliza el **Complemento a la Base Menos 1.**

De forma normalizada, el Complemento a la Base Menos 1 de un número entero positivo N de base b, se expresa de la siguiente manera:

$$C_{b-1}(N) = b^n - 1 - N$$

siendo **n** el número de cifras destinadas a representar al número.

Por tanto, en codificación binaria, el Complemento a 1 (C1) de un número entero positivo (N) se puede expresar como:

$$C1(N)= N_{C1} = 2^n - 1 - N$$

En Complemento a 1, el rango de representación es el mismo que en Signo Magnitud (es decir, seguimos teniendo un +0 y un -0).

Dado un número entero positivo (N) en Complemento a 1, para calcular su valor en base 10, se puede utilizar la misma fórmula que en Signo Magnitud o que en Binario Puro.

Un número (N) representado en Complemento a 1 es **positivo si el bit más significativo es cero**. En caso contrario, el número será negativo, y para calcular su valor en base 10 (base decimal), habrá que cambiar todos los unos por ceros y todos los ceros por unos, obteniendo así su correspondiente número positivo, al cual sí se le puede aplicar una de las fórmulas anteriores y cambiarle el signo al resultado.

Ejemplo:

Queremos calcular el valor decimal del siguiente número en 16 bits: $1111101011111101_{(Ca1}$

Paso a paso:

por la notación sabemos que el número está en complemento a uno y es negativo, pues su bit de signo es 1.

El primer paso es tomar el número en 16 bits positivo, simplemente modificando el bit de signo:

$1111101011111101_{(Ca1} \rightarrow 0000010100000010_{C1(positivo)}$

Ahora, que es positivo y sabemos que el Ca1 de un positivo es igual al propio número en el **sistema de representación signo magnitud** podemos recuperar su valor empleando la base 2:

$0000010100000010_{(C1(positivo)} = 0000010100000010_{(SM} =$

$= 2^1+2^8+2^{10}= 2 + 256 + 1024 = 1282$

Y cambiando el signo se consigue el resultado:

$1111101011111101_{C1(negativo)} = -(0000010100000010_{C1(positivo)})_{(10} = -1282_{(10}$

es decir,

$1111101011111101_{C1} = -1282_{(10}$

Ejemplo:

Para n = 16, el número $0_{(10}$ se puede escribir de dos formas en Complemento a 1:

$0_{(10} = 0000000000000000_{C1} = 1111111111111111_{C1}$

1.1.4.2 Complemento a 2

Wikipedia:

> *Su utilidad principal se encuentra en las operaciones matemáticas con números binarios. En particular, la resta de números binarios se facilita enormemente utilizando el complemento a dos: la resta de dos números binarios puede obtenerse* ***sumando al minuendo el complemento a dos del sustraendo****. Se utiliza porque la unidad aritmético-lógica no resta números binarios, suma binarios negativos, por eso esta conversión al negativo.*

Obligada lectura:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38536/complemento_a_dos.pdf;sequence=3

1.1.5 Ampliación

Representación de números con signo

https://es.wikipedia.org/wiki/Representaci%C3%B3n_de_n%C3%BAmeros_con_signo

Aritmética de saturación

https://es.wikipedia.org/wiki/Aritm%C3%A9tica_de_saturaci%C3%B3n

Punto Flotante con precisión simple y con precisión doble

https://es.wikipedia.org/wiki/Formato_en_coma_flotante_de_simple_precisi%C3%B3n

https://medium.com/@matematicasdiscretaslibro/cap%C3%ADtulo-3-punto-flotante-c689043db98b

1.1.6 De la representación al microprocesador

Electrónica digital

https://angelmicelti.github.io/4ESO/EDI/index.html

Electrónica digital y puertas lógicas

http://recursostic.educacion.es/secundaria/tecnologia/controladora/contenido/anexos/introduccion_electronica/electronica_digital/electronica_digital2.htm

https://es.wikipedia.org/wiki/Puerta_l%C3%B3gica

Electrónica digital y biestables

https://es.wikipedia.org/wiki/Biestable

Microprocesadores

https://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesador

Microarquitectura o arquitectura de CPU

https://es.wikipedia.org/wiki/Microarquitectura

Arquitectura

https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_de_computadoras

Arquitectura 64bits

https://es.wikipedia.org/wiki/64_bits

Arquitectura 32bits

https://es.wikipedia.org/wiki/32_bits

1.2 Tarefas

As tarefas propostas son as seguintes.

- Tarefa 1. T**eorema fundamental da numeración.** Nesta tarefa o alumnado deberá usar a fórmula do teorema fundamental da numeración para representar os números dados que se atoparán en distintas bases.
- Tarefa 2. **Sistemas de numeración.** Nesta tarefa o alumnado deberá indicar os sistemas de numeración nos que está representado un número.
- Tarefa 3. **Números de distintas bases á base decimal.** Nesta tarefa o alumnado deberá realizar a transformación a números expresados en base 10 dos números que se indican e que estarán representados en distintas bases.
- Tarefa 4. N**úmeros en decimal a números en outras bases.** Nesta tarefa o alumnado deberá converter números dados en base decimal a números expresados en outras bases diferentes.
- Tarefa 5. **Números binario-octal.** Nesta tarefa o alumnado deberá facer a transformación de números expresados en binario a octal, e tamén a transformación de números expresados en octal a binario.
- Tarefa 6. **Números binario-hexadecimal.** Nesta tarefa o alumnado deberá facer a transformación de números expresados en binario a hexadecimal, e tamén a transformación de números expresados en hexadecimal a binario.
- Tarefa 7. **Números con parte fraccionaria.** Nesta tarefa o alumnado deberá facer a transformación de números que teñen parte fraccionara entre distintas bases segundo se indique.

1.2.1 Tarefa 1. Teorema fundamental da numeración

Esta tarefa consiste en facer uso da fórmula utilizada no teorema fundamental da numeración.

Deberase utilizar a fórmula para representar os seguintes números. Hai que ter coidado coa base na que se representa cada número:

- 5910_{10}
- 5910_{16}
- 101101_{10}
- 101101_{2}
- 543_{8}
- 543_{16}

- $932,2_{10}$
- $932,2_{16}$
- $11001,1011_{16}$
- $11001,1011_{10}$
- $11001,1011_{8}$
- $11001,1011_{2}$
- $674,352_{10}$
- $BA21_{16}$
- $C23459,FED_{16}$

Resposta:

Números	Fórmula
▪ 5910_{10}	
▪ 5910_{16}	
▪ 101101_{10}	
▪ 101101_{2}	
▪ 543_{8}	
▪ 543_{16}	
▪ $932,2_{10}$	
▪ $932,2_{16}$	
▪ $11001,1011_{16}$	
▪ $11001,1011_{10}$	
▪ $11001,1011_{8}$	
▪ $11001,1011_{2}$	
▪ $674912,352_{10}$	
▪ $BA21_{16}$	
▪ $C23459,FED_{16}$	

1.2.2 Tarefa 2. Sistemas de numeración

Esta tarefa consiste en indicar para cada número que aparece na seguinte táboa, o sistema ou sistemas de numeración máis salientables no cal pode ser que estea representado o número.

Un exemplo, o número 1 pode estar representado nos seguintes sistemas de numeración: binario, octal, decimal e hexadecimal.

Números	Sistema de numeración
▪ 322	
▪ 6892	
▪ 1001110	
▪ 89887AB	
▪ CADF	
▪ 1101,01	
▪ 2763,54	
▪ 11101,A1	
▪ 546	
▪ 3291,103	
▪ 672G8	

1.2.3 Tarefa 3. Números de distintas bases á base decimal

Esta tarefa consiste en realizar a transformación de números expresados en outras bases a números expresados en base decimal. Haberá que indicar en cada cálculo, non só o resultado final, senón tamén a expresión polinómica utilizada para obter o devandito cálculo.

A continuación indícanse os números dos que hai que facer a transformación. Pór atención á base en que está expresado cada número.

- 1001_2
- 11011010_2
- 1021_3
- 2200_3
- 4203_5
- 24301_5
- 734_8
- 562716_8
- 7925_{16}
- $9F3A4B_{16}$

Resposta

A solución das transformacións é a seguinte:

Números	Expresión polinómica	Número en base 10
▪ 1001_2		
▪ 11011010_2		

▪ 1021_3		
▪ 12211_3		
▪ 4203_5		
▪ 24301_5		
▪ 734_8		
▪ 562716_8		
▪ 7925_{16}		
▪ $9F3A4B_{16}$		

1.2.4 Tarefa 4. Números en decimal a números en outras bases

Esta tarefa consiste en utilizar o procedemento de conversión de números do sistema decimal a calquera outro sistema de numeración.

A continuación, indícanse os números en decimal e a base á cal se teñen que converter.

Número en decimal	Base a converter	Número na base indicada
▪ 25	binario	
▪ 27	Octal	
▪ 27	Hexadecimal	
▪ 1200	Binario	
▪ 1200	Octal	
▪ 1200	Hexadecimal	
▪ 3190	Binario	
▪ 4396	Octal	
▪ 5097	Hexadecimal	
▪ 45556	Binario	
▪ 95674	Octal	
▪ 85654	Hexadecimal	
▪ 264	Base 3	
▪ 372	Base 7	
▪ 864	Base 9	

1.2.5 Tarefa 5. Números binario-octal

Esta tarefa consiste en facer uso das técnicas indicadas para facer a transformación de números de binario a octal e viceversa.

Primeiro, deberase converter os números en binario indicados a continuación a octal. Deberanse realizar as operacións utilizando os dous modos de conversión indicados para comprobar que o resultado é o mesmo.

Número en binario	Número en octal
▪ 101	
▪ 1101	
▪ 1101111	
▪ 110100011	
▪ 10001110001111	
▪ 1011110000011010101	

A continuación, para os seguintes números expresados en octal, deberase realizar a súa conversión a binario, tamén utilizando os dous métodos de conversión.

Número en octal	Número en binario
▪ 7	
▪ 63	
▪ 2732	
▪ 16543	
▪ 35633710	
▪ 502361753211	

1.2.6 Tarefa 6. Números binario-hexadecimal

Esta tarefa consiste en facer uso das técnicas indicadas para facer a transformación de números de binario a hexadecimal e viceversa.

Primeiro, deberase converter os números en binario indicados a continuación a hexadecimal. Deberanse realizar as operacións utilizando os dous modos de conversión indicados para comprobar que o resultado é o mesmo.

Número en binario	Número en hexadecimal
▪ 101	
▪ 1101	
▪ 1101111	
▪ 110100011	
▪ 10001110001111	
▪ 1011110000011010101	

A continuación, para os seguintes números expresados en hexadecimal, deberase realizar a súa conversión a binario, tamén utilizando os dous métodos de conversión.

Número en hexadecimal	Número en binario
▪ 7	
▪ 63	

▪ 2732	
▪ 16543	
▪ 35633710	
▪ 502361753211	
▪ FE1D	
▪ 3A6B4C	
▪ 5C7D8B9A12	

1.2.7 Tarefa 7. Números con parte fraccionaria

Esta tarefa consiste en facer uso das técnicas indicadas para facer a transformación de números con parte fraccionaria entre distintos sistemas de numeración.

Os números a converter son os que se indican na seguinte táboa, na segunda columna especifícase a base de orixe do número e a base á cal se ten que transformar o devandito número.

Número	Base orixe – Base destino	Resultado
▪ 32,05	Decimal-binario	
▪ 719,5233	Decimal-binario	
▪ 65,34	Decimal-octal	
▪ 783,91	Decimal-hexadecimal	
▪ 10011,011011	Binario-decimal	
▪ 111011,1100011	Binario-octal	
▪ 101011101,1111011011	Binario-hexadecimal	
▪ 712,1674	Octal—decimal	
▪ AC91,FE8C9	Hexadecimal-octal	
▪ 632,65	Octal-hexadecimal	
▪ 543,762	Octal-hexadecimal	
▪ F27E,C5B65	Hexadecimal-octal	

2. AutoAvaliación

Exercicios sobre os distintos sistemas de numeración

Enunciado

(Non se pode usar calculadora de ningún tipo)

- 1. Na seguinte táboa indícanse unha lista de números. En base a estes números enumera todas as bases de sistemas de numeración (entre base 2 e base 16) nas que se podería expresar cada número.

Números	Sistema de numeración
▪ 1011	
▪ 43A	
▪ FFF	
▪ 87922	
▪ 101,011	
▪ 64234	
▪ 127854,942	

Exercicios sobre cambios de base entre os sistemas de numeración

Enunciado

- 2. Completa a seguinte táboa co resultado de converter o número que atopas na primeira columna, segundo as bases de orixe (na que se expresa o número dado) e as de destino (sistema de numeración ao que se ten que transformar o número).

Número	Base orixe – Base destino	Resultado
▪ 562	Octal-binario	
▪ 1001010101010	Binario- decimal	
▪ 45890	Hexadecimal-octal	
▪ 3456	Base 7-base 11	
▪ 324523423	Decimal-hexadecimal	
▪ 83,212	Decimal-binario	
▪ 1101110111,101110111111	Binario-hexadecimal	
▪ BCE,412AD	Hexadecimal-decimal	
▪ 2101102,01102	Base 3-base 7	
▪ 735,671304	Octal-hexadecimal	

Parte do contido deste documento se tomou dos apuntes creados polas autoras Amalia Falcón Docampo, Laura Fernández Nocelo e Marta Rey López:

Familia profesional	IFC	Informática e comunicacións
Ciclo formativo	CSIF01	Administración de sistemas informáticos en rede
Grao		Superior
Módulo profesional	MP0370	Planificación e Administración de Redes
Unidade didáctica	UD01	Caracterización das redes de ordenadores
Actividade	**A02**	**Sistemas de numeración.**
Autores		Amalia Falcón Docampo Laura Fernández Nocelo Marta Rey López